

RDF施設向け不適物除去システムの開発

中山 万希志*、前田知幸*、勝見栄雄**、園田雅志***

- * (株) 神戸製鋼所 生産技術研究所
神戸市西区高塚台
- ** (株) 神戸製鋼所 電子情報研究所
神戸市西区高塚台
- *** (株) 神戸製鋼所 都市環境事業部
神戸市灘区岩屋中町

概要

RDF処理設備向けにタッチモニタによる除去指示とハンドリングロボットの遠隔操作による不適物の除去システムを開発した。本システムではコンベアライン上を流れてくる都市ごみを上方に設置されたカメラにより捉えオペレータに提示する。オペレータは提示された画像を監視し、設備に対して不適となる物体があればタッチモニタによりこの位置を指示する。ロボット側では指示により演算された重心値の情報を基にロボットを移動させ不適物を除去する。本システムのプロトタイプを当社のRDF実証プラント内に構築し、機能を確認したところ良好な結果を得られた。

キーワード

RDF、不適物除去、ロボット、遠隔操作

1. 選別システムの概要

ごみ焼却炉や粗大ごみ処理、びん選別処理あるいはRDF処理など廃棄物の処理プロセスの中でオペレータがライン横で選別や特定物の除去を行う場合がある。そのためオペレータの大きな負担になっていたり、危険を伴う場合も少なくない。そこでオペレータを支援をする目的で、RDF処理設備向けにタッチモニタを用いたハンドリングロボットの遠隔操作による不適物の除去システムを開発した。本システムは大きく分けてオペレータ操作部とロボット部に分けられる。オペレータ操作部ではRDF処理内のコンベアライン上を流れてくる都市ごみを上方に設置されたカメラにより捉えオペレータに提示する。オペレータは提示された画像を監視し、その中に下流側の設備に対して不適となる物体があればこれをタッチモニタにより位置を指示する。一方ロボット部ではオペレータ操作部より伝送されてくる不適物の重心値をロボットコントローラが受信し、この情報を基にハンドリングロボットを移動させ不適物を除去する。本システムのプロトタイプを当社のRDF実証プラント内に構築し、機能を確認したところ良好な結果を得られた。またこのシステムを支援する目的で開発していた画像処理による不適物候補の抽出に関して、代表的な不適物では大型布に関して適用した結果、約9割の認識率で選別できることを確認した。

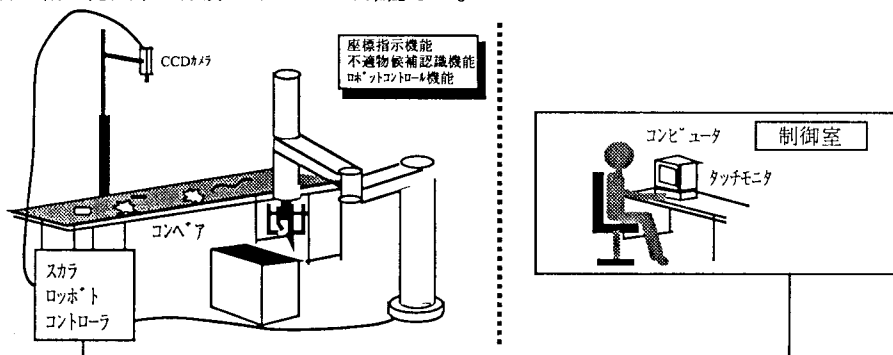


図1

2. システム構成

2. 1 ロボット部 (ライン直近)

スカラ型のハンドリングロボットとビジョンシステム (コントローラ) から構成される。複数のピッキング位置 (x座標とy座標) を与えると順次その位置までロボットを移動させ対象物をピックした後、シュートまで運び対象物を除去することができる (写真2. 1)。

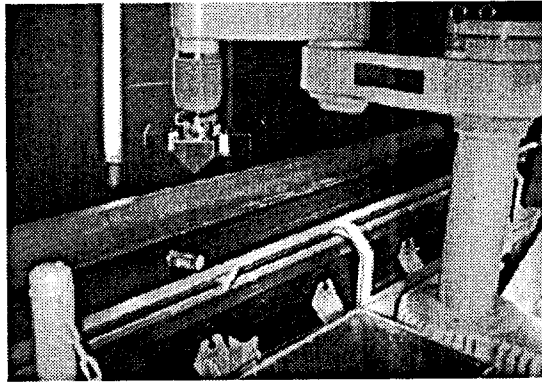


写真 2. 1

2. 2 操作部 (遠隔場所)

タッチモニタに接続されたパソコンと画像キャプチャーボードからなる。ロボット部の上方に設置されたCCDカメラからのNTSCのビデオ信号を与えるとタッチモニタ上にある指定された時間間隔で表示し、その画像の任意の場所を指でタッチするとその重心座標を演算する。また複数の指示も同時に行うことができ、指示した場所は赤丸で表示され、確認することができる (写真2. 2)。



写真 2. 2

2. 3 インターフェース部

ロボットコントローラとタッチモニタを備えた操作部はRS232のシリアル回線と、デジタルI/Oのための接点信号のための線とで接続されている。RS232ではタッチモニタにより指示した物体の重心座標をその個数分送信する。また接点信号はロボット側との同期をとるために、スカラ型ロボット側がその画像取り込みのタイミングを接点信号により送信している。

3. ピッキングテスト

ロボットによるさまざまな不適物のピッキング機能を評価するために下記に示す4種類の不適物をコンベア上に実ごみと共に混在させ、オペレータがタッチモニタで指示して除去機能を評価した。このざぶとん、マット、ひも、および針金の4種類の不適物は、ここでは破砕機に詰まるなどの意味で不適としている。以下にそれぞれの不適物に関する結果を挙げる。

3. 1 布類 (ざぶとん)

5ケースについて実施した。おおよそごみと混在していても安定してピッキングができています。よほど置かれている姿勢が悪くない限り、ピッキングミスが起こる可能性は低い(写真3. 1~3. 2)。

3. 2 布類 (マット)

4ケースについて実施した。ざぶとんと同様に安定してピッキングができていますが、ごみが多く混在されると、うずもれて指示のまちがいからピッキングミスを起こす可能性はある(写真3. 3~3. 4)。

3. 3 ひも類

7ケースについて実施した。ひも類のおかれかたによるが、かたまって置かれている場合は比較的安定して、ピッキングができています。長くのびたままごみと混在されると一部分しかとりきれずにコンベア上にブリッジする可能性がある(写真3. 5~3. 6)。

3. 4 針金類

4ケースについて実施した。比較的安定してピッキングできているが、コンベア面上に置かれるとハンドがとどかない可能性がある(写真3. 7~3. 8)。

3. 5 考察

一つの固定されたハンドではかなり多種類の不適とされる物体を除去することができた。不適物が置かれている位置等ではピッキングが困難となる場合もあるが、ハンド部に若干の補助装置を加えることで補えると考えられる。

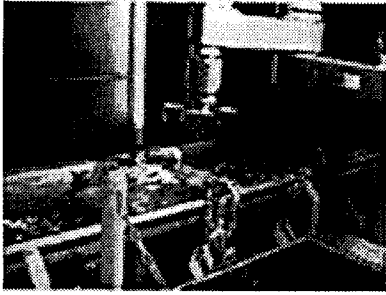


写真3.1 ざぶとん



写真3.2 ざぶとん



写真3.3 マット

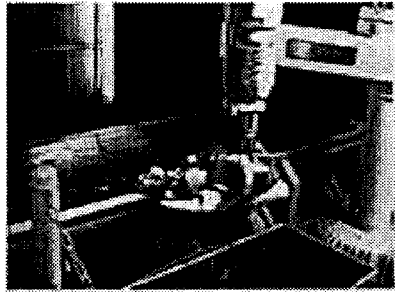


写真3.4 マット

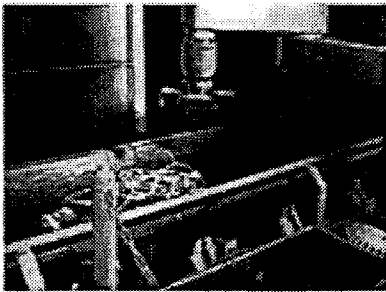


写真3.5 ひも

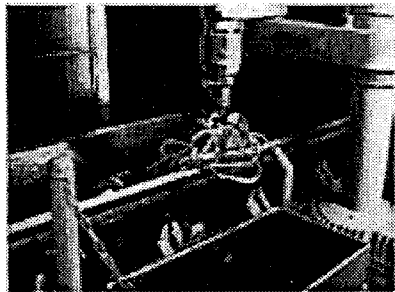


写真3.6 ひも



写真3.7 針金

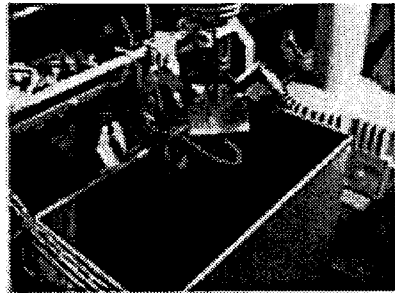


写真3.8 針金

4. 認識テスト (大型布)

本システムを支援する目的で、画像処理により不適物の候補をオペレータに提示する機能に関して検討した。ここではオペレータが監視するコンベア画像を画像処理¹⁾し、特徴量を抽出することによりある特定の不適物が存在しているかどうかを判断している。特徴量は、コンベア画像の幅方向(コンベアライン方向)に3本のラインを設定し、このライン上の画素の平均輝度と輝度分散とし、認識アルゴリズムはこれらを基にしたルール群で構成されている。

4. 1 コンベア上に実ごみがない場合での調整

約30ケースの不適物に関して、選別機能のテストを行った。結果は、100%の精度で検出が可能であった。

4. 2 コンベア上に実ごみがある場合

約10ケースに関して、ごみが混在している中に不適物が存在している場合の認識機能についてテストを行った。テストはビデオに録画したデータを用いて不適物が現われた場合にアラーム表示がオンされるかを目視で確認した。結果として、見逃しが1ケースあり、また不適物が載っていない場合に誤動作することもなく、約9割程度の認識ができていることを確認した。結果の一部を下記写真4. 1~4. 4に示す。写真中3本のライン上にあるバークラフはそれぞれ左側がライン上の平均輝度、右側がライン上の輝度分散値を示している。

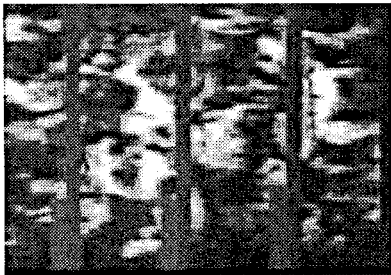


写真 4. 1 不適物なし



写真 4. 2 不適物なし



写真 4. 3 不適物 (マット)

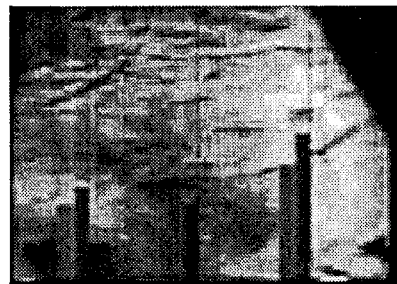


写真 4. 4 不適物 (ざぶとん)

4. 3 考察

一般的にざぶとんやマットなどの大型布の識別は、対象物が白っぽい場合についても暗い場合も認識が可能であった。ただし、人影がコンベア上に写るなど、コンベア上の照明条件により、パラメータがかなり影響を受けることも判明した。またコンベア上の上流と下流側でも照明条件が異なり、同一パラメータでは誤認識する可能性もある。認識を安定に行うためには、コンベアの着色に工夫をこらすことと、コンベア上を密閉系にするなど照明条件を安定化すること等が考えられる。

5. まとめ

RDF処理設備向けにタッチモニタを用いたハンドリングロボットの遠隔操作による不適用の除去システムを開発した。本システムのプロトタイプを当社のRDF実証プラント内に構築し、機能を確認したところ良好な結果を得られた。またこのシステムを支援する目的で開発していた画像処理による不適用候補の抽出に関して、代表的な不適用では大型布に関して適用した結果、約9割の認識率で選別できることを確認した。

参考文献

- [1] 尾上守夫編, "画像処理ハンドブック", 昭晃堂